

А. Н. Гуня¹, Р. А. Гакаев²

ЛАНДШАФТНО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ОПОЛЗНЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

АННОТАЦИЯ

В работе анализируются оползневые процессы, распространенные в горной части Чеченской Республики и активизирующиеся в связи природными и природно-антропогенными процессами. За основу взята созданная авторами геоинформационная система и база данных с 1 800 оползнями, включающая номер оползня, его географические координаты, описание размеров, степени активности, характер встроенности во вмещающий ландшафт, катастрофические подвижки и др. Методологическими рамками послужила ландшафтная концепция, рассматривающая оползни как ландшафтно-оползневые комплексы. Целью данной работы является разработка ландшафтно-геоэкологического подхода к картографированию оползней на региональном и локальном уровнях, в котором сочетаются традиционные методы предполевого и полевого ландшафтного профилирования и картографирования, сопровождающиеся дешифрированием материалов дистанционного зондирования Земли, составлением ландшафтно-геоморфологических профилей и картографированием конкретных оползневых ареалов с использованием ГИС-технологий. Для реализации этой цели были использованы два уровня детальности картографирования: 1) мезомасштабное картографирование оползней на горной части территории Чеченской Республики; 2) крупномасштабное картографирование на ключевом участке в низкогорной зоне. Выявлены закономерности распространения оползней в зависимости от абсолютной высоты, экспозиции, крутизны склонов, хозяйственного использования вмещающего ландшафта. Продемонстрировано, что ландшафтно-геоморфологическое крупномасштабное профилирование и картографирование оползневых ареалов с использованием ГИС-технологий является эффективным методом для анализа механизмов оползнепроявления в конкретных природных и хозяйственных условиях. Крупномасштабное ландшафтно-геоморфологическое картографирование позволило выявить главные особенности динамики оползнепроявления. Различия в динамике выражены как в морфометрических показателях (длина и ширина оползневого тела, площадь поражения и др.), так и в системных особенностях: встроенности ландшафтно-оползневых комплексов в ландшафт, контрастности ландшафтной структуры по сравнению с фоновыми ландшафтами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: оползни, ландшафтно-оползневые комплексы, Чеченская Республика, ландшафтная структура, ландшафтное картографирование

¹ Институт географии Российской академии наук (ИГ РАН), Старомонетный пер., д. 29, стр. 4, Москва, Россия, 119017, *e-mail*: a.n.gunya@igras.ru

² Чеченский государственный университет имени А. А. Кадырова, ул. А. Шерипова, д. 32, Грозный, Россия, 364024, *e-mail*: rustam.geofak@yandex.ru

Alexey N. Gunya¹, Rustam A. Gakaev²

LANDSCAPE AND GEOECOLOGICAL MAPPING OF LANDSLADES ON THE TERRITORY OF THE CHECHEN REPUBLIC

ABSTRACT

The work analyzes landslide processes that are common in the mountainous part of the Chechen Republic and are activated in connection with natural and natural-anthropogenic processes. The basis is the geographic information system created by the authors and a database with 1 800 landslides, including the individual landslide number, its geographical coordinates, description of the size, degree of activity, nature of its integration into the surrounding landscape, etc. The purpose of this work is to develop a landscape-geoecological approach to mapping landslides at the regional and local levels, which combines traditional methods of pre-field and field landscape profiling and mapping, accompanied by interpretation of Earth remote sensing materials, landscape-geomorphological profiling and mapping of specific landslide areas and landslides using GIS technologies. To achieve this goal, two levels of mapping detail were taken: 1) mesoscale mapping of landslides in the mountainous part of the territory of the Chechen Republic; 2) large-scale mapping in a key area in the low-mountain zone. The selection of the site was based on an assessment of its comprehensive landscape representativeness. Relationships between the spread of landslides depending on absolute height, exposure, slope steepness, and land use have been identified. It has been demonstrated that landscape-geomorphological large-scale profiling and mapping of specific landslide areas using GIS technologies is an effective method for analyzing the mechanisms of landslide occurrence in specific natural and economic conditions. Large-scale landscape-geomorphological mapping made it possible to identify the main features of the dynamics of landslide occurrence. Differences in dynamics are expressed both in morphometric indicators (length, affected area, etc.), as well as in systemic features: the embeddedness of landscape-landslide complexes in the landscape, the contrast of its landscape structure compared with background landscapes.

KEYWORDS: landslides, landscape-landslide complexes, Chechen Republic, landscape structure, landscape mapping

ВВЕДЕНИЕ

Оползневые процессы широко распространены в горах, они являются следствием сложного сочетания экзогенных и эндогенных процессов, на которые накладывается также и хозяйственная деятельность [Dai et al., 2002; Carla et al., 2009]. Изучение оползней является актуальным в связи с повышением рисков при реализации проектов по рекреационному освоению гор, прокладке дорог, линий связи [Jawad et al., 2017; Davies et al., 2020; Alcántara-Ayala, Geertsema, 2023]. Долгое время исследование оползневых процессов было прерогативой отраслевых специалистов, в основном инженерных геологов и геоморфологов. Развитие направления привлекло специалистов, изучающих не только геологию и рельеф, но и растительность, климат, социально-экономические процессы на территории с оползневыми процессами. В настоящее время картографирование оползней не обходится без отражения на картах связей между природными компонентами (рельефом, литологией, климатом, растительностью) с одной стороны, и природно-антропогенными с другой. Такая постановка

¹ Institute of Geography, RAS, 29, build. 4, Staromonetny ln., Moscow, 119017, Russia,
e-mail: a.n.gunya@igras.ru

² The Chechen State University, 32, A. Sheripova str., Grozny, 364024, Russia,
e-mail: rustam.geofak@yandex.ru

задач укладывается в комплексное направление изучения горных территорий [Sarmiento et al., 2023]. Развитию комплексного геоэкологического направления картографирования оползней способствуют современные методы геоинформационного картографирования с использованием материалов дистанционного зондирования высокого разрешения, получаемых с определенной периодичностью [Колбовский, 2022].

Оползневые процессы являются типичными для территории Чеченской Республики. Рыхлый делювиальный материал на склонах создавал благоприятные условия для развития плодородных почв и горного земледелия в основных ареалах проживания чеченцев в низкогорной и среднегорной частях региона. Рост населения и применение новых технологий обработки земель, орошения, прокладки дорог — все это привело к увеличению нагрузки на склоны и, как следствие, активизации оползневой активности. Массовые разрушения домов и дорог, нередко сопровождавшиеся человеческими жертвами, привели к оттоку населения с гор на равнину, плановым переселениям из очагов повышенной оползневой опасности. Все это могло стать одним из факторов повышения социальной напряженности в регионе в конце 1980-х гг. В настоящее время проблема снижения рисков оползневой опасности в регионе не решена, хотя имеются детальные исследования [Разумов и др., 2019].

Целью данной работы является разработка комплексного геоэкологического подхода по картографированию оползней с использованием ландшафтной концепции. Для реализации этой цели были использованы два уровня детальности картографирования:

- 1) мезомасштабное картографирование оползней в горной части территории Чеченской Республики;
- 2) крупномасштабное картографирование на ключевом участке в низкогорной зоне.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основу работы положены материалы полевых исследований в сочетании с дешифрированием снимков. Основой к выявлению оползней стали изображения, предоставляемые сервисом Google Earth. Именно детальный анализ изображений разных лет вместе с полевыми обследованиями лег в основу создания базы данных. Алгоритм выявления и анализа динамики оползней включает детальный просмотр территории Чеченской Республики по снимкам разных масштабов, нанесения выявленных оползневых процессов на карты в среде ГИС, верификация установленных оползневых ареалов по снимкам разных лет и полевые обследования для установления характера оползневой динамики (рис. 1).

В результате были выявлены около 2 400 оползневых ареалов, после уточнения и генерализации в базу данных занесены 1 800 оползней на территории Чеченской Республики. На региональном уровне картографирование оползней опиралось на установление мест проявления оползня, его приуроченность к склонам разной экспозиции и уклонам, а также к тем или иным ландшафтам. Для этого использовались полученные с помощью геоинформационного моделирования карты уклонов и экспозиций, а также ландшафтная карта, созданная ранее в полевых условиях.

Для более детальной оценки комплекса природных и природно-антропогенных связей, лежащих в основе оползнепроявлений, было приведено ландшафтное картографирование типичного оползня в низкогорной зоне Чеченской Республики (Белгатойский оползень). Для этого использовалось сочетание полевого и камерального дешифрирования крупномасштабных снимков разных лет с выделением контуров ландшафтов и элементов оползневого тела.

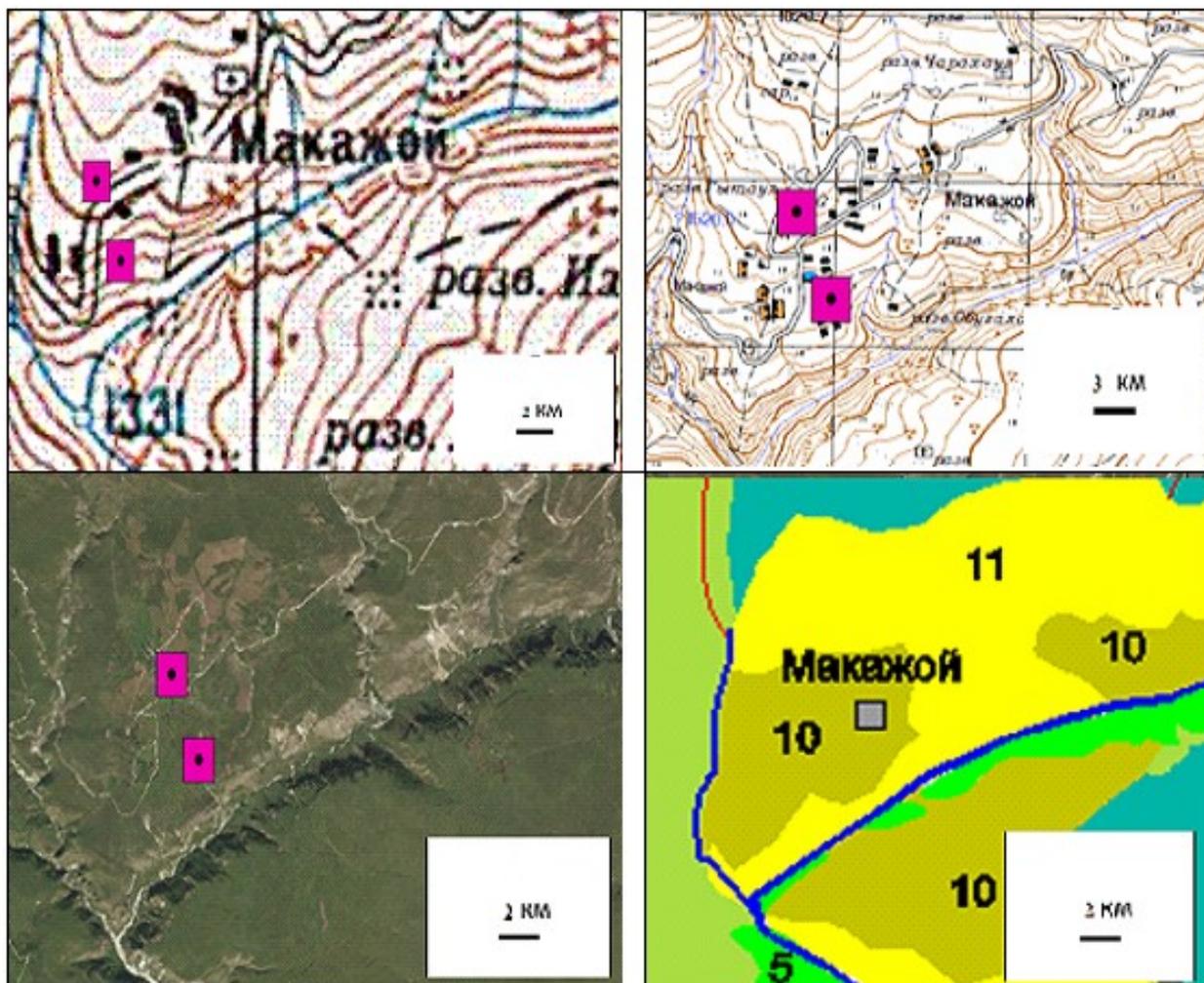


Рис. 1. Фрагменты слоев ГИС — оползни Чеченской Республики: топокарты разных масштабов (сверху), снимки разных лет (внизу слева — фрагмент снимка 2022 г. (использован сервис Google Earth)), фрагмент ландшафтной карты (внизу справа).

Цифрами на карте показаны ландшафты: 5 — горно-лесные, 10 — горно-луговостепные, 11 — горно-степные

Fig. 1. Fragments of GIS layers — landslides of the Chchen Republic: topographic maps of different scales (top), pictures of different years (bottom left — fragment of a 2022 image from Google Earth), fragment of a landscape map (bottom right).

The numbers on the map indicate landscapes: 5 — mountain-forest, 10 — mountain-meadow-steppe, 11 — mountain-steppe

Особенности современных подходов к картографированию оползней

Картографирование оползневых процессов различается в отраслевых и комплексных научных направлениях. Изучение оползневых явлений долгое время было прерогативой геологов и геоморфологов. В литературе распространено более 140 определений оползней, которые в большинстве своем опираются на геолого-геоморфологические классификационные признаки. За последние десятилетия опубликовано немало фундаментальных трудов, рассматривающих оползни как геологические тела и сложные склоновые процессы [Тихвинский и др., 1988; Петров, 2006]. Как правило, классическая карта оползня включала графические средства и знаки, которые показывали геологические и геоморфологические особенности оползня: стенка отрыва, напорный вал, границы и состав горных пород, грунтовые

воды и др. Большое внимание уделялось профилированию, чтобы показать углы наклона и перегибы, соотношение геологических пород в строении оползней. В редких случаях в качестве дополнительных обозначений использовались сведения о растительности.

Картографирование оползней с геоэкологических позиций смещает акцент на весь вмещающий ландшафт, а в основе картографирования лежат не сами оползневые тела, а т. н. ландшафтно-оползневые комплексы [Гуля и др., 2024]. Комплексное изучение оползневых явлений в рамках ландшафтной концепции учитывает иерархическую структуру природной дифференциации, которая подразумевает, что помимо изучения отдельных оползневых тел, необходимо изучение структуры природных комплексов от локального до региональных уровней ландшафтной дифференциации. На региональном уровне изучение оползней подразумевает учет высотно-зональной структуры ландшафтов. На локальном уровне картографирование имеет целью отражения именно ландшафтно-оползневых комплексов: помимо оползневого тела в картографирование входят элементы ландшафтной структуры и использования земель.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение оползней по разным формам рельефа

Горная часть Чеченской Республики характеризуется сложным рельефом, преобладанием осадочных пород разного возраста (от неоген-палеогеновых отложений в предгорье до меловых и юрских в предгорье и высокогорье), подверженных экзогенным процессам. Орографические особенности хребтов и состав слагающих их осадочных пород, в той или иной мере метаморфизованных, отражают последовательный переход от низкогорных хребтов (Лесистый, Пастбищный) к среднегорьям и среднегорным котловинам (Скалистый хребет) вплоть до высокогорий Бокового хребта.

Картина распределения оползней показывает их концентрацию в низкогорной и среднегорной зонах (рис. 2). Для изучения связи распространения оползней с морфометрическими особенностями рельефа, прежде всего, с абсолютной высотой, крутизной склонов, экспозиции склонов использовалось наложение слоя оползней на цифровую модель рельефа (Global Digital Surface Model “AW3D30 DSM data”¹ (30 м/px)).

Послойная, с упором на ту или иную характеристику рельефа, визуализация дает возможность с разных сторон подойти к анализу распространения оползней. Максимальная высота выявленных на территории Чеченской Республики оползней достигает 2 700–2 800 м на северных склонах Снегового хребта (на границе с Дагестаном). Как будет показано ниже, эти территории и ландшафты характеризуются сильной деградацией почвенно-растительного покрова в результате долговременного выпаса. Наименьшие абсолютные высоты (около 100 м), к которым приурочены оползни, характерны для склонов Гудермесского хребта. Здесь стимулирование оползней связано с ареалами нефтедобычи. Больше всего оползней приурочено к высотной ступени от 500 до 600 м (193 оползня). Второй максимум (146 оползней) тяготеет к высотам 1 700–1 800 м (рис. 3).

Выше 2 000 м количество оползней резко падает вследствие ухудшения условий для оползнеобразования: каменистые склоны и уменьшение мощности рыхлого чехла, снижение антропогенной деятельности и др. Уклон поверхности (рис. 4, 5) определяет потенциальную энергию рельефа и интенсивность протекания процессов экзогенной геодинамики, в т. ч. оползней различного типа. Уклоны также растут с севера на юг вместе с ростом абсолютной высоты.

¹ Электронный ресурс: <https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/data/index.htm> (дата обращения 19.10.2024)

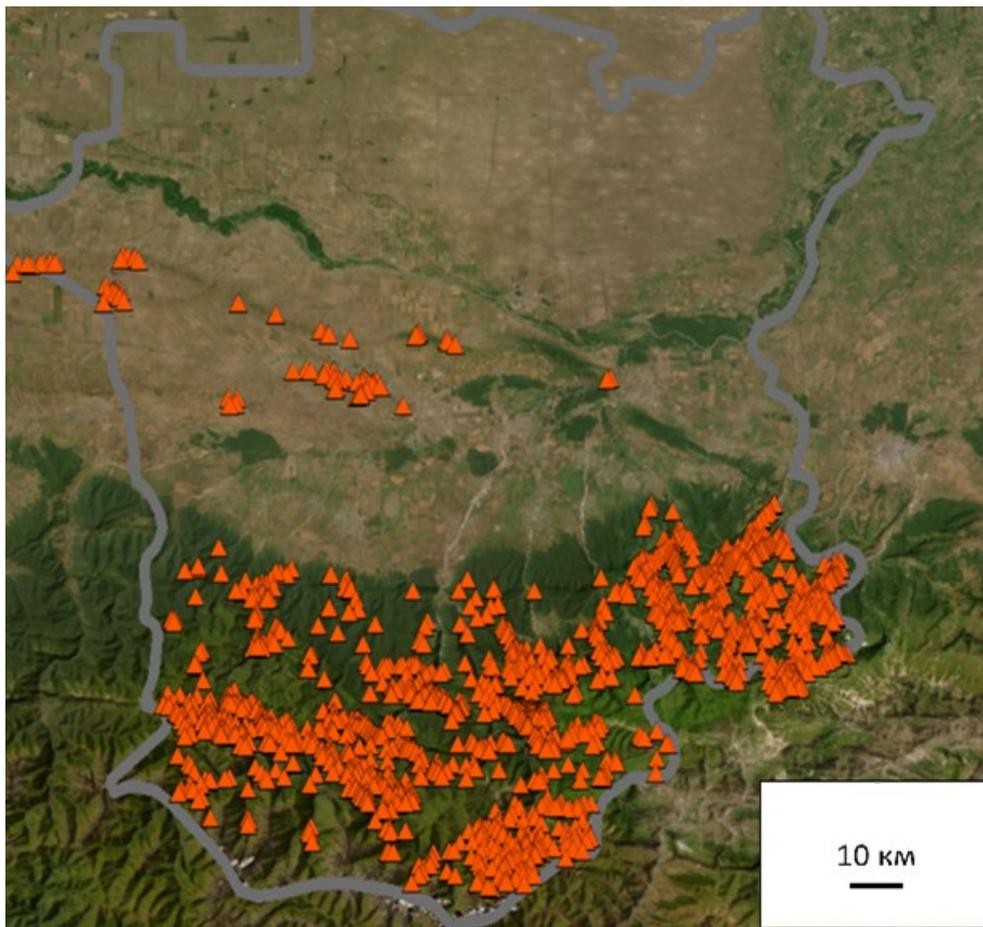


Рис. 2. Распределение оползней на территории Чеченской Республики
Fig. 2. Distribution of landslides on the territory of the Chechen Republic

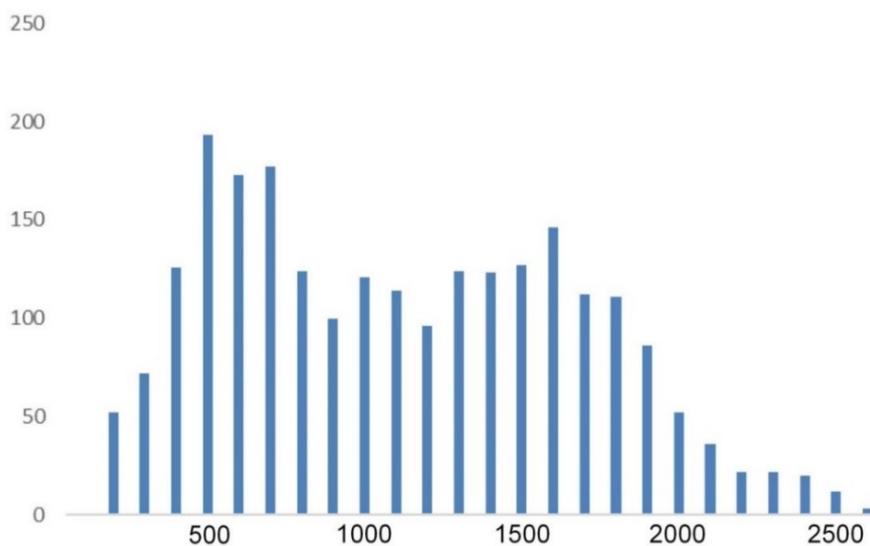


Рис. 3. Распределение количества оползней (ось y) по высотным интервалам через каждые 100 м. На оси x отложены абсолютные высоты
Fig. 3. Distribution of the number of landslides (y-axis) by altitude intervals every 100 m. Absolute heights are plotted on the x-axis

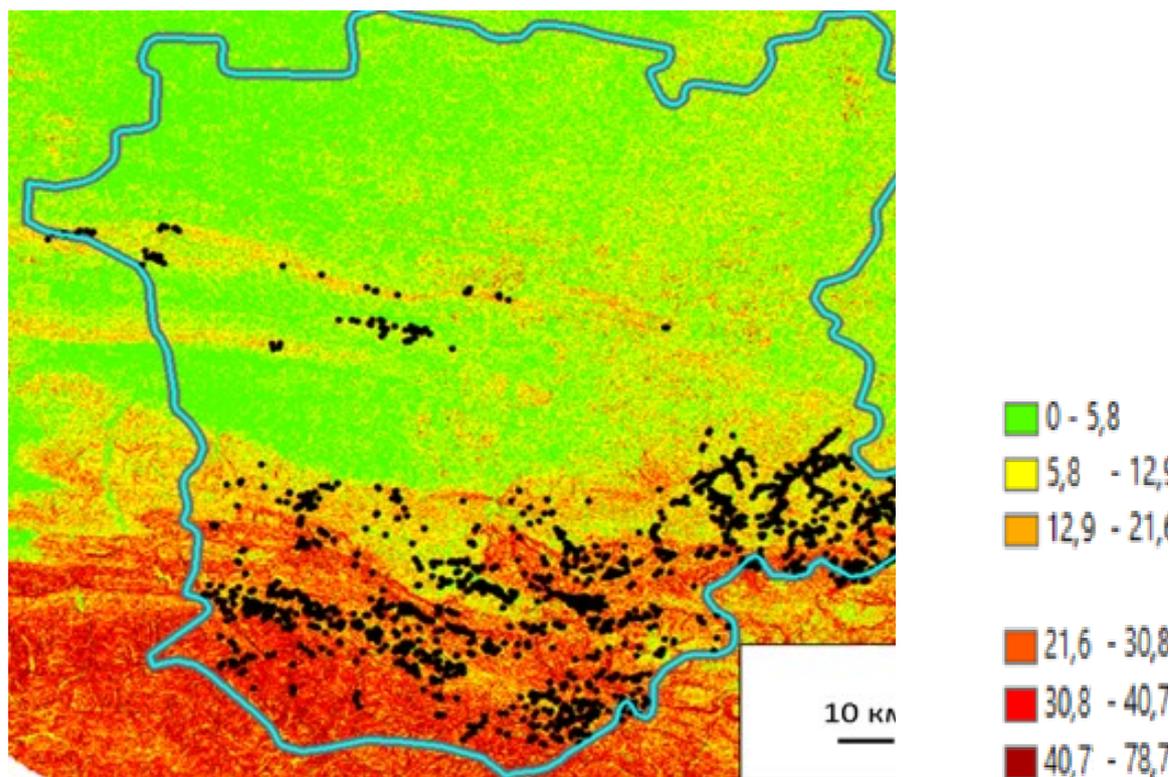


Рис. 4. Распределение оползней на склонах различной крутизны
Fig. 4. Distribution of landslides on slopes of varying steepness

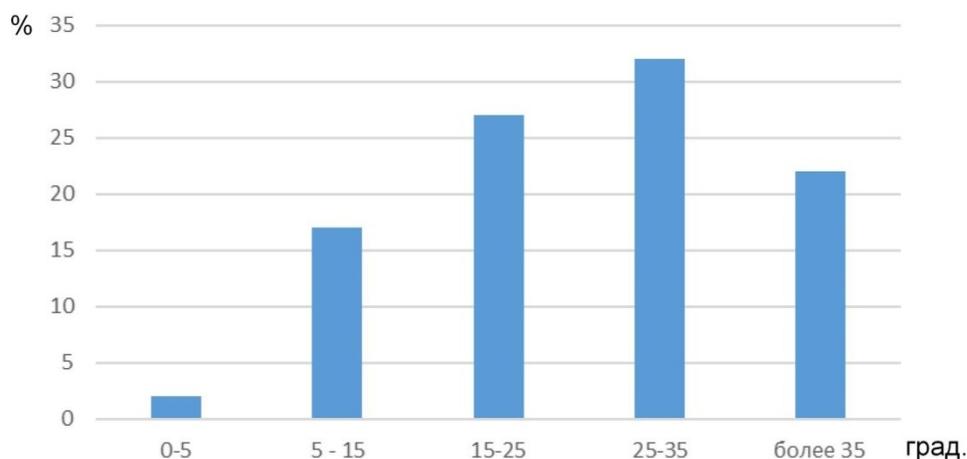


Рис. 5. Распределение оползней в зависимости от крутизны склонов
Fig. 5. Distribution of landslides depending on the steepness of the slopes

Наибольшее количество оползней приурочено к склонам крутизной 25–35°. Это подтверждают выводы А. И. Клименко [1972] и позднее расчеты Ш. Ш. Заурбекова и А. А. Батукаева [2013]. Количество оползней на крутых склонах (более 35°) снижается, но все-таки остается сравнительно большим.

Экспозиция — важнейший фактор ландшафтной дифференциации в горных регионах, определяющий разделение на «теплые» и «холодные» и (в условиях выраженного направления переноса воздушных масс) на увлажняемые и относительно сухие склоны.

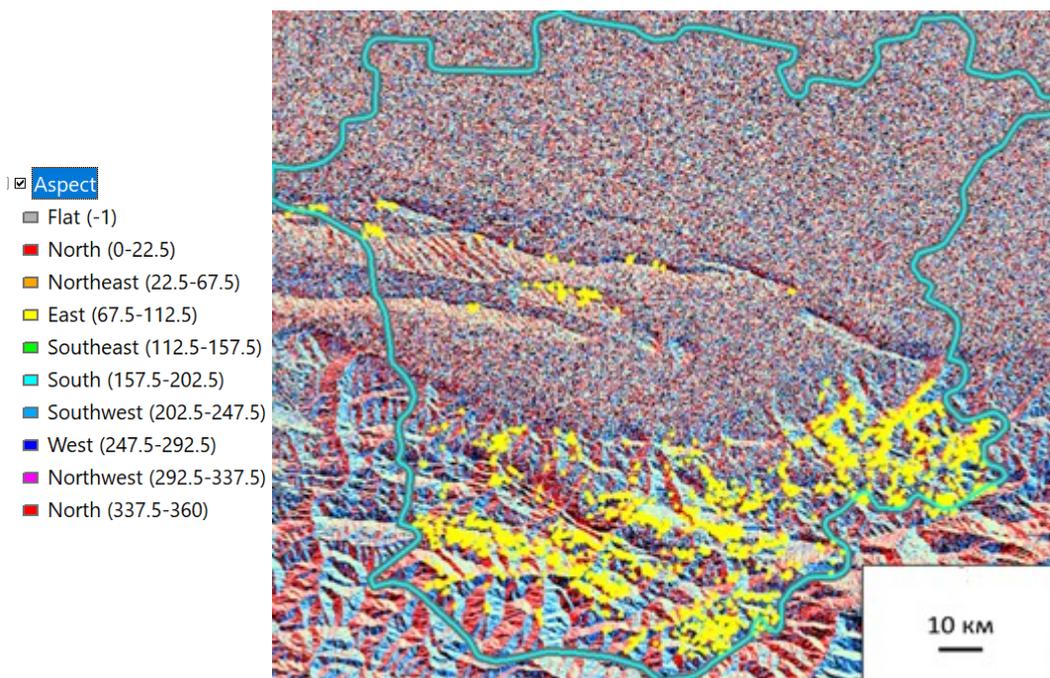


Рис. 6. Распределение оползней на склонах разных экспозиций (в градусах)
 Fig. 6. Distribution of landslides by slope aspect (in degrees)

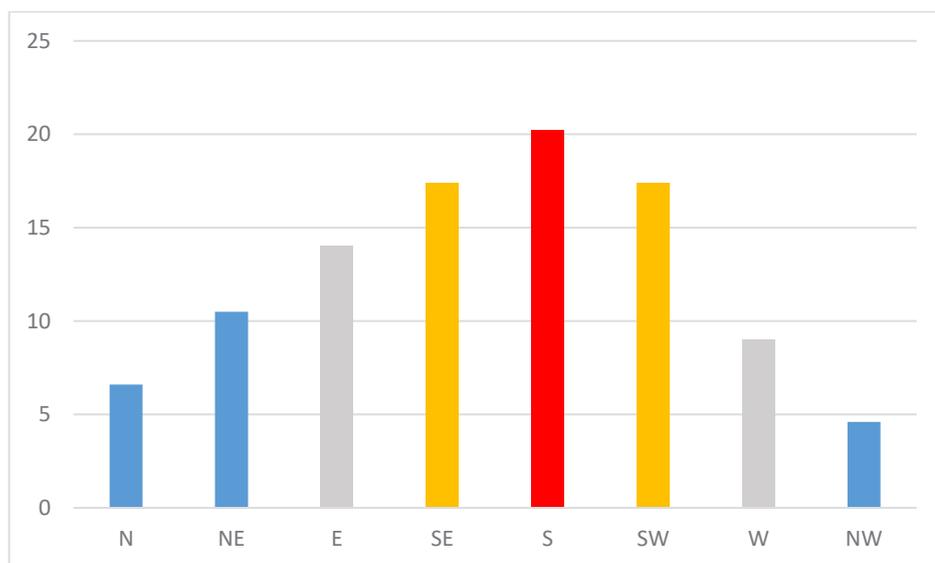


Рис. 7. Распределение числа оползней на склонах разных экспозиций. На оси y отложено количество оползней в % от общего количества. По оси x — экспозиции склонов

Fig. 7. Distribution of the number of landslides on slopes of different exposures. The y-axis shows the number of landslides as a percentage of the total. Along the x-axis — slope exposures

Соотношение площадей склонов северных и южных экспозиций примерно одинаковое за счет субширотных изгибов речных долин и простираения хребтов. Распределение оползней также примерно одинаковое, что говорит о слабом влиянии экспозиции склонов на процессы оползнеобразования; оползни почти одинаково образуются на склонах разных экспозиций, хотя имеются и некоторые отклонения. Как видно из рис. 6 и 7, наибольшее число оползней (55 %) приурочены к склонам теплых экспозиций (южной, юго-западной и юго-восточной),

хотя по площади в регионе преобладают склоны северной ориентации, относящиеся к северному макросклону хребтов Северного Кавказа. Все это подчеркивает сложную природу приуроченности оползней к склонам тех или иных экспозиций и разной крутизны. Выявленные закономерности могут быть объяснены следующими гипотезами:

- 1) склоны южных экспозиций являются менее залесенными, а значит менее устойчивы к оползнеобразованию;
- 2) склоны южных экспозиций являлись более освоенными, а значит здесь был изменен почвенно-растительный покров, что могло также могло привести к неустойчивости склонов к оползнеобразованию.

Сочетание высоты местности, уклона и экспозиции склонов дает в целом тот набор условий, которые присущи для оползнеобразования. Уклон, высота и экспозиция склонов — три переменные, комбинирование которых позволяет оценить характер сочетания факторов и оттенить роль каждого из них в оползнеобразовании. Экспозиционные различия не играют большой роли в приуроченности оползней к малым углам наклона (до 15°). Это в целом согласуется с известными геоэкологическими закономерностями: дифференцирующая роль экспозиции слабая для склонов малой крутизны. С увеличением крутизны увеличивается роль «теплых» экспозиций, на которых происходит большинство случаев оползнепроявления. Дифференциация распределения оползней по экспозиции наиболее заметна в высотных пределах 500–2 000 м. Здесь особенно заметна разница в интенсивности оползнепроявления на склонах южных (часто) и северных (сравнительно меньше) экспозиций. С увеличением абсолютной высоты (более 2 000 м н. у. м.) эта закономерность не проявляется.

Картографирование оползней на локальном уровне: Белгатойский оползень

Ареал низкогорно-лесостепных ландшафтов, затронутых оползнепроявлением, заслуживает особого внимания вследствие высокой плотности распространения оползней и широкомасштабных разрушений с выселением целых населенных пунктов. В литературе [Клименко и др., 1972] этот ареал известен как Бенойский инженерно-геологический оползневой район. Здесь горно-лесные ландшафты с широколиственными лесами местами преобразованы долговременной деятельностью человека в горно-лесостепные.

Оползни часто начинаются на платообразных участках и местных водоразделах, по которым проходят основные дороги и расположены кварталы селений. Участок Белгатой расположен на водоразделе рр. Аксай и Ашеин и приурочен к старым кварталам селения Белгатой, откуда большинство жителей были выселены на равнину в 1989 г. (там расположен одноименный населенный пункт Белгатой в Шалинском районе с населением более 5 тыс. чел.).

Оползни начинаются практически на водоразделе, где имеется множество мочажин. Белгатойский оползень начинается ниже старой мечети на высоте около 766 м и заканчивается на конусе выноса, наложенном на речную террасу, круто обрывающуюся к руслу реки (урез воды около 608 м н. у. м.) (рис. 8, 9). Протяженность оползня около 800 м. Собственно оползневые процессы активны в верхней части (выше 700 м), в зоне транзита оползневые процессы сочетаются с эрозионными, а в зоне разгрузки преобладает аккумуляция как оползневого, так и эрозионного материала. На южных безлесных участках в нижней части эрозионно-оползневого цирка распространены осыпи.

Оползнеобразованию способствует литологическое строение слагающих склоны пород: глины Сармата, Караган-Чокрака и Майкопа, а также связанные с ними четвертичные отложения со множеством водоносных горизонтов. Они вскрываются по мере углубления оползня, питая водоток в тальвеговой части эрозионно-оползневого цирка, который, проходя конус выноса в нижней части, врезается на глубину до 5 м (рис. 8).

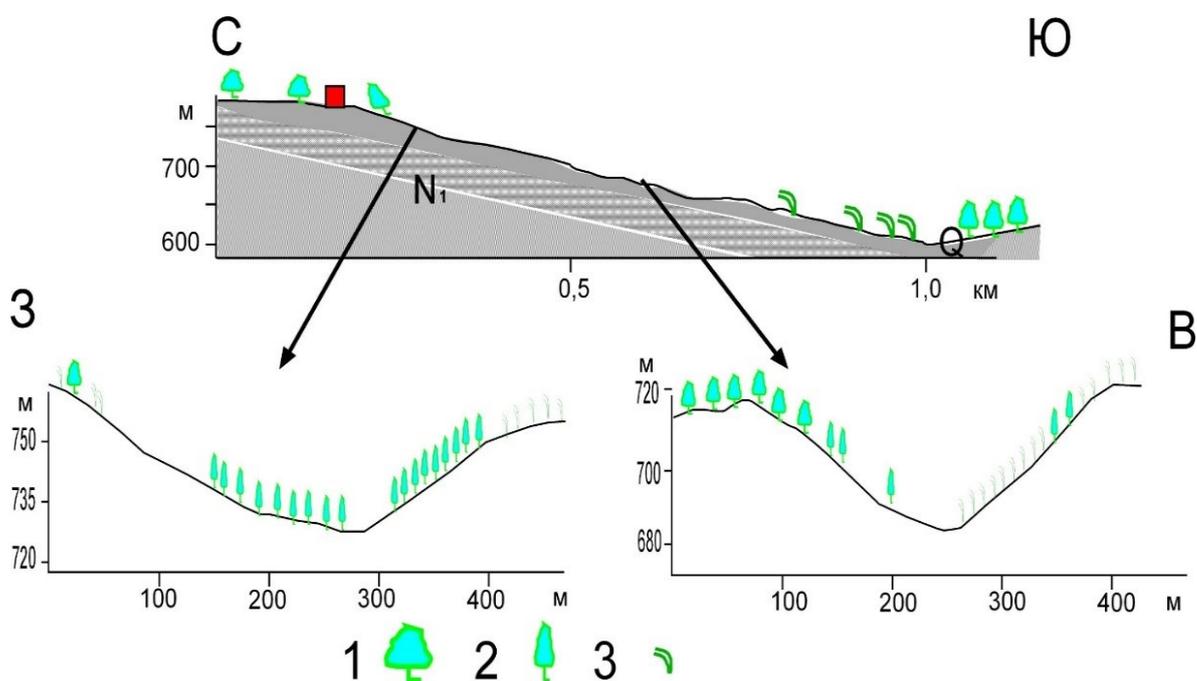


Рис. 8. Профиль через Белгатойский оползень. Вверху — продольный, внизу — поперечные (слева — в верхней части оползня, справа — в средней части оползня). Цифрами показаны: 1 — широколиственные леса из дуба с примесью груши, дикой алычи, мушмулы; 2 — мелколесье из акации, косточковых и др.; 3 — разнотравно-злаковые лугостепные сообщества

Fig. 8. Profile through the Belgatoy landslide. Above — longitudinal, below — transverse (on the left — in the upper part of the landslide, on the right — in the middle part of the landslide). The numbers show: 1 — broad-leaved forests of oak with an admixture of pear, wild cherry plum, medlar; 2 — small forests of acacia, stone fruits, etc.; 3 — forb-grass meadow-steppe communities

Оползень Белгатойского участка отличается своей встроенностью в высотнo-зональную и локальную структуру ландшафтов (рис. 10). Фоновыми ландшафтами, куда «вписывается» ареал оползнеобразования, являются низкогорно-широколиственные леса, находящиеся на экотоне с горно-лесолугостепными окультуренными ландшафтами [Гуля и др., 2023]. В результате долговременной хозяйственной деятельности от них остались лишь небольшие ареалы, представленные редко- и мелколесьями из дуба, акации, груши, алычи, боярышника (рис. 10, ландшафты 2–4). На выположенных террасовидных склонах развиты остатки культурных ландшафтов пашен и садов с плодово-ягодными и ореховыми насаждениями (1). Эрозионно-оползневой цирк затронул именно эти ландшафтные комплексы, которые ныне представлены незадернованными или полужадернованными крутыми склонами с пионерной травянистой растительностью (хвощ, мать-и-мачеха) и куртинами ивы, боярышника и др. (8). Склоны южной экспозиции безлесны. На пологих участках формируются луговые степи, используемые под пастбища (5). На крутых — эрозионно-осыпные незадернованные участки, на шлейфах занятые вейником и камышом (6, 7).



Рис. 9. Вторичный эрозионный врез в оползневую массу на конусе выноса. Белгатой, апрель 2022 г. (фото Р. А. Гакаева)
Fig. 9. Secondary erosion incision into the landslide mass on the alluvial fan. Belgatoy, April 2022 (photo by R. A. Gakaev)

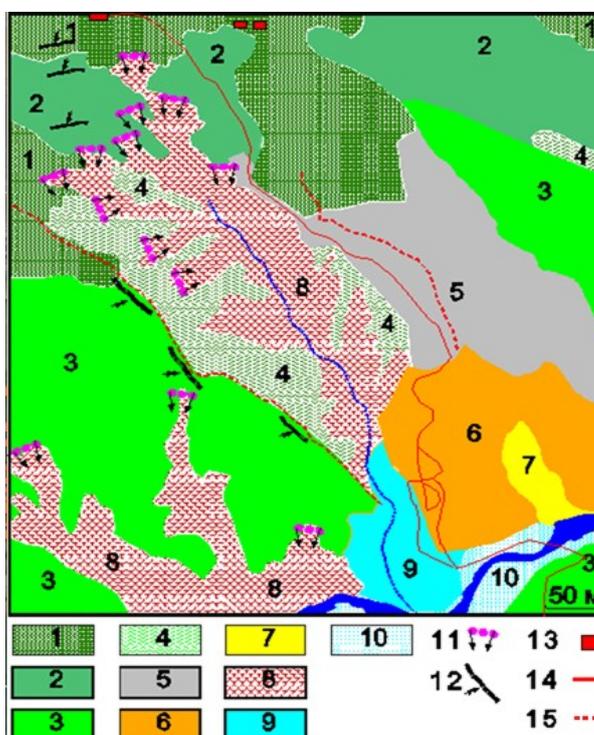


Рис. 10. Ландшафтно-оползневой комплекс Белгатойского участка
Fig. 10. Landscape-landslide complex of the Belgatoy site

Условные обозначения:

1 — террасированные склоны под бывшими огородами и садами с плодово-ягодными и ореховыми насаждениями; 2 — склоны, относительно пологие, с выходом грунтовых вод, под редко- и мелколесьем из дуба, акации, груши, алычи, боярышника; 3 — склоны, относительно крутые с мелколесьем из груши, мушмулы, боярышника; 4 — склоны, затронутые оползневыми процессами, под редколесными мелколесно-кустарниковыми сообществами из алычи, боярышника; 5 — склоны, относительно пологие, под лесолуговостепными сообществами, деградированные, под пастбищами; 6 — склоны, крутые, луговостепные, деградированные, под пастбищами; 7 — склоны, крутые, эрозионно-осыпные,

слабо задернованные; 8 — склоны эрозионно-оползневого цирка, ступенчатого и бугристого, с серией площадок оползневых террас, с выходом подземных вод, под пионерной (хвощ, мать-мачеха) травянистой растительностью и куртинами ивы; 9 — конус выноса эрозионно-оползневого цирка, наложенный на речную террасу, под луговыми степями, с пастбищным использованием; 10 — пойма р. Аксай под злаково-разнотравными лугами; 11 — стенка отрыва оползня; 12 — трещины отседания; 13 — кварталы домов и построек; 14 — дороги действующие; 15 — дороги заброшенные.

Динамика оползневого процесса, рассмотренного за последние 10 лет (2011–2021 гг.), показывает, что оползневые и эрозионно-оползневые процессы сохраняют свою активность. Это заметно, прежде всего, по остающимся незадернованным участкам в эрозионно-оползневом цирке (рис. 11).

В целом встроенность Белгатойского оползневого комплекса в ландшафтную структуру зависит от геоморфологических особенностей и условий увлажнения. Долговременная антропогенная деятельность существенно трансформировала как рельеф, так и условия увлажнения почв и грунтов. Строительство «тяжелых» домов и дорог в 1960-е гг., интенсификация сельского хозяйства привели к активизации оползневых явлений, апогеем которой стали катастрофические оползни 1989 г.

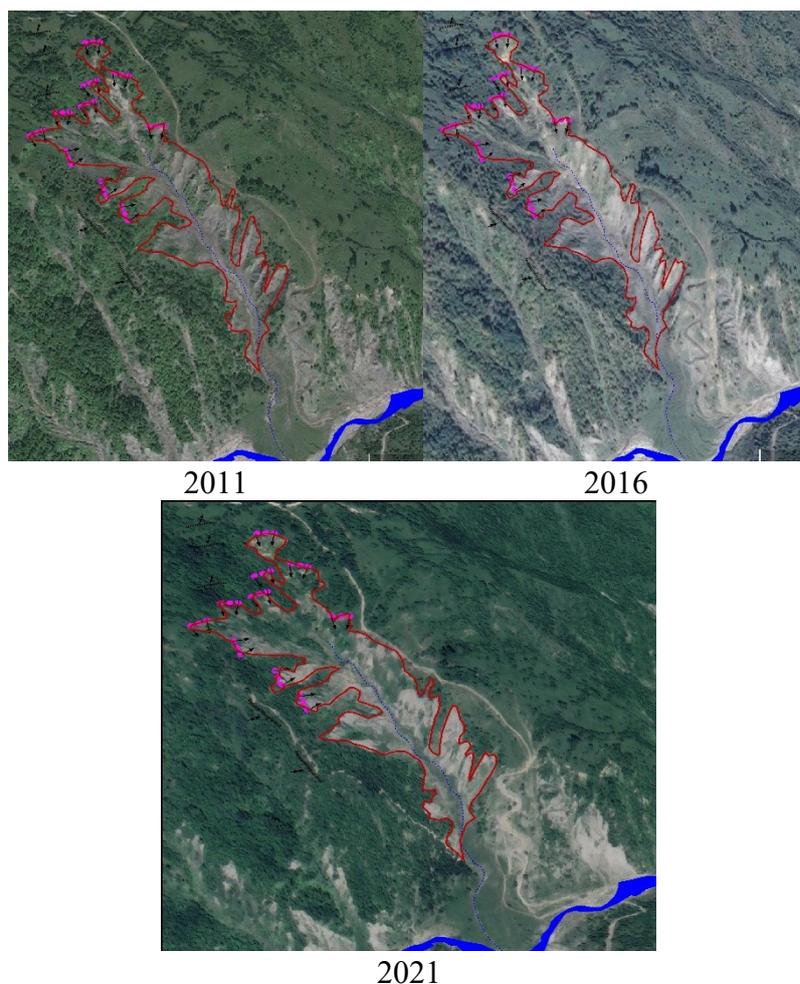


Рис. 11. Динамика оползнеобразования на Белгатойском участке (2011–2021 гг.).

Красная линия — границы оползня, синяя линия — река

Fig. 11. Dynamics of landslide formation in the Belgatoy area (2011–2021).

The boundaries of the landslide are shown in red, the river in blue

ВЫВОДЫ

Анализ распространения оползней в горной части Чеченской Республики показал, что максимальная высота выявленных оползней достигает 2 700–2 800 м на северных склонах Снегового хребта. Наименьшие абсолютные высоты (около 100 м), к которым приурочены оползни, наблюдаются на склонах Гудермесского хребта, что связано с нефтедобычей. Больше всего оползней (из обнаруженных 1 800) приурочено к высотному интервалу от 500 до 600 м (193 оползня). Второй максимум (146 оползней) тяготеет к высотам 1 700–1 800 м.

Наибольшее количество оползней приурочено к склонам крутизной 25–35°. Количество оползней на крутых склонах (более 35°) снижается, но все-таки остается сравнительно большим. Наибольшее число оползней (55 %) приурочены к склонам теплых экспозиций (южной, юго-западной и юго-восточной). Это связано со сведением лесов на склонах южных экспозиций и антропогенной деятельностью.

Крупномасштабное картографирование Белгатойского оползня позволило выделить основные элементы ландшафтной структуры, находящиеся в разной стадии сукцессии растительности и испытывающие различную антропогенную нагрузку. Важное значение для динамики Белгатойского ландшафтно-оползневого комплекса играет экотонное положение между двумя типами ландшафтов (горно-лесным и горно-лесолуговостепным). Динамика процессов оползнепроявления на данном участке во многом обусловлена фрагментацией лесных природных комплексов вследствие выборочного сведения лесов, конструирования напашных террас и серпантина дороги.

Ландшафтно-геоморфологическое крупномасштабное профилирование и картографирование конкретных оползневых ареалов и оползней с использованием GPS и ГИС-технологий (в первую очередь, наложение слоев геологии, четвертичных отложений, растительности на цифровую модель рельефа) является эффективным методом анализа механизмов оползнепроявления в конкретных природных и хозяйственных условиях. ГИС-моделирование позволяет установить ряд закономерностей распространения оползней. Однако полностью объяснить распространение оползней и их природу формальные инструменты морфометрического анализа не могут. Для этого нужны полевые данные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гуля А. Н., Гакаев Р. А. Характер оползнепроявления в низкогорно-лесостепных ландшафтах Чеченской Республики. Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: Материалы XIV Международной ландшафтной конференции. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2023. Т. 1. С. 103–104. DOI: 10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-103-104.

Гуля А. Н., Гакаев Р. А. Ландшафтный подход к изучению оползней (на примере горной территории Чеченской Республики). Проблемы региональной экологии, 2024. № 1. С. 64–73.

Заурбеков Ш. Ш., Батукаев А. А. Некоторые закономерности распределения оползневых объектов на территории Чеченской республики. Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки, 2013. № 2. С. 104–108.

Клименко А. И. Типы оползней Терско-Сунженской нефтегазоносной области. Труды производственного и научно-исследовательского института по инженерным изысканиям в строительстве. Т. XII. М., 1972.

Колбовский Е. Ю. Геоинформационное моделирование и картографирование ландшафтных местоположений. Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка, 2016. Т. 60. № 5. С. 20–24.

Петров Н. Ф. Прикладные проблемы таксономии оползней. Вестник Чувашского университета, 2006. № 2. С. 152–163.

Разумов В. В., Богданов М. И., Богданова Н. Д., Разумова Н. В. Масштабы распространения и активность проявления оползневых процессов в Чеченской Республике. ГеоРиск, 2019. Т. XIII. № 2. С. 34–51. DOI: 10.25296/1997-8669-2019-13-2-34-51.

Тихвинский И. О. Оценка и прогноз устойчивости оползневых склонов. М.: Наука, 1988. 144 с.

Alcántara-Ayala I., Geertsema M. Construction of disaster risk in mountain systems and its integrated management. In *montology palimpsest: a primer of mountain geographies*. Cham: Springer, 2023. P. 335–355.

Carla R., Walker L. R., Shiels A. B., Bussmann R., Claessens L., Fisch S., Lozano P., Negi G., Paolini L., Poveda G., Ramos-Scharron C., Richter M., Velazquez E. Landsliding and its multiscale influence on mountainscapes. *BioScience*, 2009. V. 59. Iss. 8. P. 685–698.

Costa-Cabral M. C., Burges S. J. Digital Elevation Model Networks (DEMON): A model of flow over hillslopes for computation of contributing and dispersal areas. *Water Resources Research*, 1994. V. 30. Iss. 6. P. 1681–1692.

Dai F., Lee Ch. F. Landslides on natural terrain. *Mountain research and development*, 2002. V. 22. Iss. 1. P. 40–47.

Davies A., Hooks G., Knox-Hayes J., Liévanos R. S. Risksapes and the socio-spatial challenges of climate change. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 2020. V. 13. Iss. 2. P. 197–213. DOI: 10.1093/cjres/rsaa016.

Jawad A., Nizami A., Hebinck P. Mismanagement of irrigation water and landslips in Yourjogh, Pakistan. *Mountain Research and Development*, 2017. V. 37. Iss. 2. P. 170–178.

Sarmiento F. O., Haller A., Marchant C., Yoshida M., Leigh D., Woosnam K., Porinchu D., Gandhi K. J. K., King E., Pistone M., Kavoori A., Calabria J., Alcántara-Ayala I., Chávez R., Gunya A., Yépez-Noboa A., Lee S., Reap J. 4D Global montology: towards convergent and transdisciplinary mountain sciences across time and space. *Pirineos*, 2023. V. 178. P. 75. DOI: 10.3989/pirineos.2023.178001.

REFERENCES

Alcántara-Ayala I., Geertsema M. Construction of disaster risk in mountain systems and its integrated management. In *montology palimpsest: a primer of mountain geographies*. Cham: Springer, 2023. P. 335–355.

Carla R., Walker L. R., Shiels A. B., Bussmann R., Claessens L., Fisch S., Lozano P., Negi G., Paolini L., Poveda G., Ramos-Scharron C., Richter M., Velazquez E. Landsliding and its multiscale influence on mountainscapes. *BioScience*, 2009. V. 59. Iss. 8. P. 685–698.

Costa-Cabral M. C., Burges S. J. Digital Elevation Model Networks (DEMON): A model of flow over hillslopes for computation of contributing and dispersal areas. *Water Resources Research*, 1994. V. 30. Iss. 6. P. 1681–1692.

Dai F., Lee Ch. F. Landslides on natural terrain. *Mountain research and development*, 2002. V. 22. Iss. 1. P. 40–47.

Davies A., Hooks G., Knox-Hayes J., Liévanos R. S. Risksapes and the socio-spatial challenges of climate change. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 2020. V. 13. Iss. 2. P. 197–213. DOI: 10.1093/cjres/rsaa016.

Gunya A. N., Gakaev R. A. The nature of landslide occurrence in low-mountain forest-steppe landscapes of the Chechen Republic. *Theoretical and applied problems of landscape geography*.

VII Milkov Readings: Proceedings of the XIV International landscape conference. In 2 volumes, Voronezh, May 17–21, 2023. Voronezh: Voronezh State University, 2023. V. 1. P. 103–104 (in Russian). DOI: 10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-103-104.

Gunya A. N., Gakaev R. A. Landscape approach to the study of landslides (on the example of the mountainous territory of the Chechen Republic). *Regional Environmental Issues*, 2024. No. 1. P. 64–73 (in Russian).

Jawad A., Nizami A., Hebinck P. Mismanagement of irrigation water and landslips in Yourjogh, Pakistan. *Mountain Research and Development*, 2017. V. 37. Iss. 2. P. 170–178.

Klimenko A. I. Types of landslides in the Terek-Sunzhenskaya oil and gas region. Proceedings of the Industrial and Research Institute for Engineering Surveys in Construction. V. XII. Moscow, 1972 (in Russian).

Kolbovsky E. Yu. Geoinformation modeling and mapping of landscape locations. *Izvestia vuzov "Geodesy and aerophotosurveying"*, 2016. V. 60. No. 5. P. 20–24 (in Russian).

Petrov N. F. Applied problems of landslide taxonomy. *Bulletin of Chuvash University*, 2006. No. 2. P. 152–163 (in Russian).

Razumov V. V., Bogdanov M. I., Bogdanova N. D., Razumova N. V. The scale of distribution and activity of manifestation of landslide processes in the Chechen Republic. *GeoRisk*, 2019. V. XIII. No. 2. P. 34–51 (in Russian). DOI: 10.25296/1997-8669-2019-13-2-34-51.

Sarmiento F. O., Haller A., Marchant C., Yoshida M., Leigh D., Woosnam K., Porinchu D., Gandhi K. J. K., King E., Pistone M., Kavoori A., Calabria J., Alcántara-Ayala I., Chávez R., Gunya A., Yépez-Noboa A., Lee S., Reap J. 4D Global montology: towards convergent and transdisciplinary mountain sciences across time and space. *Pirineos*, 2023. V. 178. P. 75. DOI: 10.3989/pirineos.2023.178001.

Tikhvinsky I. O. Assessment and forecast of stability of landslide slopes. Moscow: Nauka, 1988. 144 p. (in Russian).

Zaurbekov Sh. Sh., Batukaev A. A. Some patterns of distribution of landslide objects on the territory of the Chechen Republic. *Dagestan State Pedagogical University Journal. Natural and Exact Sciences*, 2013. No. 2. P. 104–108 (in Russian).